

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

JC927 U.S. PTO  
09/994659  
11/28/01

In re PATENT APPLICATION of  
Inventor(s): KAGAMI et al.

Appln. No.: 09 | Group Art Unit: Not Yet Assigned  
Series ↑ | Serial No.  
Code

Filed: November 28, 2001

Examiner: Not Yet Assigned

Title: METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL  
TRANSMISSION DEVICE

Atty. Dkt. P 284170 | T36-137764M/KOH  
M# | Client Ref

Date: November 28, 2001

**SUBMISSION OF PRIORITY  
DOCUMENT IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF RULE 55**

Hon. Asst Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Please accept the enclosed certified copy(ies) of the respective foreign application(s) listed below for which benefit under 35 U.S.C. 119/365 has been previously claimed in the subject application and if not is hereby claimed.

<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
2000-365223	JAPAN	November 30, 2000
2000-402883	JAPAN	December 28, 2000
2001-054705	JAPAN	February 28, 2001
2001-165068	JAPAN	May 31, 2001

Respectfully submitted,

Pillsbury Winthrop LLP  
**Intellectual Property Group**

1600 Tysons Boulevard  
McLean, VA 22102  
Tel: (703) 905-2000

Atty/Sec: JPD/JRH

By Atty: John P. Darling Reg. No. 44,482  
Sig: John P. Darling Fax: (703) 905-2500  
Tel: (703) 905-2045

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

#2  
JC927 U.S.P.T.O.  
09/994659  
11/26/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2000年11月30日

出願番号  
Application Number:

特願2000-365223

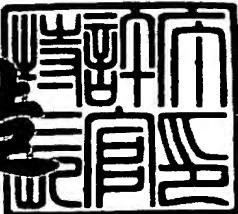
出願人  
Applicant(s):

株式会社豊田中央研究所  
豊田合成株式会社

2001年 8月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3072670

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 P00114TT  
 【特記事項】 特許法第30条第1項の規定の適用を受けようとする特許出願  
 【提出日】 平成12年11月30日  
 【あて先】 特許庁長官 殿  
 【国際特許分類】 G02B 6/10  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内  
   【氏名】 各務 学  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内  
   【氏名】 山下 達弥  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内  
   【氏名】 伊藤 博  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内  
   【氏名】 岡本 一夫  
 【発明者】  
   【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内  
   【氏名】 伊縫 幸利  
 【特許出願人】  
   【識別番号】 000003609

【氏名又は名称】 株式会社豊田中央研究所

【代表者】 高橋 理一

【代理人】

【識別番号】 100087723

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤谷 修

【電話番号】 052-363-2558

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007445

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【物件名】 新規性の喪失の例外証明書 2

【提出物件の特記事項】 追って補充する。

【物件名】 発明者と発表者の関係説明書 2

【提出物件の特記事項】 追って補充する。

【包括委任状番号】 9102995

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光伝送路の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の光重合開始剤と該第1の光重合開始剤により第1の重合型により重合する第1のモノマー又はオリゴマーとから成る第1の光硬化性樹脂と、第2の光重合開始剤と該第2の光重合開始剤により前記第1の重合型とは異なる第2の重合型により重合する第2のモノマー又はオリゴマーとから成る第2の光硬化性樹脂とを混合する混合工程と、

前記第1の光重合開始剤を活性化させるが前記第2の光重合開始剤を活性化させない第1の光照射により、前記第1の光硬化性樹脂を硬化させて光伝送路のコア部分を形成するコア形成工程と、

前記第1の光重合開始剤と前記第2の光重合開始剤とをいずれも活性化させる第2の光照射により、前記第1の光硬化性樹脂と前記第2の光硬化性樹脂を各自硬化させて光伝送路のクラッド部分を形成するクラッド形成工程とから成り、

前記第1の光照射は、前記第1の光重合開始剤が活性化するのに必要な最長波長より短い波長であり、前記第2の光重合開始剤が活性化するのに必要な最長波長より長い波長にて行うことを特徴とする光伝送路の製造方法。

【請求項2】 第1の光重合開始剤と該第1の光重合開始剤により第1の重合型により重合する第1のモノマー又はオリゴマーとから成る第1の光硬化性樹脂と、第2の光重合開始剤と該第2の光重合開始剤により前記第1の重合型とは異なる第2の重合型により重合する第2のモノマー又はオリゴマーとから成る第2の光硬化性樹脂とを混合する混合工程と、

前記第1の光重合開始剤を活性化させるが前記第2の光重合開始剤を活性化させない第1の光照射により、前記第1の光硬化性樹脂を硬化させて光伝送路のコア部分を形成するコア形成工程と、

前記第1の光重合開始剤と前記第2の光重合開始剤とをいずれも活性化させる第2の光照射により、前記第1の光硬化性樹脂と前記第2の光硬化性樹脂を各自硬化させて光伝送路のクラッド部分を形成するクラッド形成工程とから成り、

前記第1の光照射は、前記第1の光硬化性樹脂がほぼ完全に硬化するのに必要

な最小露光量より大きな露光量であり、前記第2の光硬化性樹脂がほぼ全く硬化しない最大露光量より小さな露光量にて行うことを特徴とする光伝送路の製造方法。

【請求項3】 前記第1の重合型と前記第2の重合型は、一方がラジカル重合によるものであり、もう一方がカチオン重合によるものであることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の光伝送路の製造方法。

【請求項4】 波長 $\lambda_W$ で照度 $I_0$ （単位はmW/cm<sup>2</sup>）の光を用いて長さL（単位はcm）の前記コアを時間s（単位は秒）で形成させる場合、硬化前の前記第1の光硬化性樹脂の光損失 $\alpha$ （単位はdB/cm）と波長 $\lambda_W$ における硬化のための最小露光量 $\sigma_A(\lambda_W)$ （単位はmJ/cm<sup>2</sup>）が、次の式を充たすことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の光伝送路の製造方法。

【数1】

$$\alpha \leq \frac{10}{L} \log_{10} \frac{I_0 \cdot s}{\sigma_A(\lambda_W)}$$

【請求項5】 前記第1の光重合開始剤が、2光子吸収を経て活性化することを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の光伝送路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光硬化性樹脂によりコアとクラッドから成る光伝送路を形成する光伝送路の製造方法に関する。本発明は、光ファイバに接続される光モジュールの製造に特に有用である。

【0002】

【従来の技術】

従来、光硬化性樹脂を利用して光ファイバ先端に光伝送路を形成する技術として、例えば特開平4-165311号公報記載の技術が知られている。これは光ファイバの一端をフッ素系モノマーから成る光硬化成樹脂液に漬け、紫外線領域

の短波長レーザーを光ファイバから樹脂液に照射することで光伝送路が形成されるものである。

## 【0003】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述の従来例では、コアのみしか形成できず、また、形成された光伝送路には未硬化のモノマーが付着しているため洗浄プロセスが必要であり、また、上述公報第1図乃至第3図にあるように形成されるコアも瓢箪様となって円筒形には制御できないという問題があった。

## 【0004】

本発明者らは銳意努力を重ね、2種類の光硬化性樹脂を用いることで有用な光伝送路を形成することを見出し、本願を完成させた。

## 【0005】

即ち、本発明の目的は、2種類の光硬化性樹脂を用いることで有用な光伝送路を形成するための、好条件を備えた光伝送路の製造方法を提供することである。

## 【0006】

## 【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、請求項1に記載の手段は、第1の光重合開始剤と該第1の光重合開始剤により第1の重合型により重合する第1のモノマー又はオリゴマーとから成る第1の光硬化性樹脂と、第2の光重合開始剤と該第2の光重合開始剤により第1の重合型とは異なる第2の重合型により重合する第2のモノマー又はオリゴマーとから成る第2の光硬化性樹脂とを混合する混合工程と、第1の光重合開始剤を活性化させるが第2の光重合開始剤を活性化させない第1の光照射により、第1の光硬化性樹脂を硬化させて光伝送路のコア部分を形成するコア形成工程と、第1の光重合開始剤と第2の光重合開始剤とをいずれも活性化させる第2の光照射により、第1の光硬化性樹脂と第2の光硬化性樹脂とともに硬化させて光伝送路のクラッド部分を形成するクラッド形成工程とから成り、第1の光照射は、第1の光重合開始剤が活性化するのに必要な最長波長より短い波長であり、第2の光重合開始剤が活性化するのに必要な最長波長より長い波長にて行うことを特徴とする。

## 【0007】

第1の光硬化性樹脂を硬化させてコア部分と成し、第1の光硬化性樹脂と第2の光硬化性樹脂を各々硬化させてクラッド部分と成すので、硬化後の第1の光硬化性樹脂は硬化後の第2の光硬化性樹脂よりも屈折率が高い必要がある。また、クラッド形成工程においては第1の光硬化性樹脂と第2の光硬化性樹脂は各々硬化するのであり、共重合するのではない。ただし、コア形成後、第2の光照射で2つの光硬化性樹脂が共に硬化し、且つ、硬化した混合樹脂の屈折率がより低ければクラッドとして機能することになる。また、第1又は第2の光重合開始剤が活性化するのに必要な最長波長とは、実質的にコア部として形成されるような硬化が起こる程度に必要なものをいう。

## 【0008】

また、請求項2に記載の手段は、第1の光重合開始剤と該第1の光重合開始剤により第1の重合型により重合する第1のモノマー又はオリゴマーとから成る第1の光硬化性樹脂と、第2の光重合開始剤と該第2の光重合開始剤により第1の重合型とは異なる第2の重合型により重合する第2のモノマー又はオリゴマーとから成る第2の光硬化性樹脂とを混合する混合工程と、第1の光重合開始剤を活性化させるが第2の光重合開始剤を活性化させない第1の光照射により、第1の光硬化性樹脂を硬化させて光伝送路のコア部分を形成するコア形成工程と、第1の光重合開始剤と第2の光重合開始剤とをいずれも活性化させる第2の光照射により、第1の光硬化性樹脂と第2の光硬化性樹脂を各々硬化させて光伝送路のクラッド部分を形成するクラッド形成工程とから成り、第1の光照射は、第1の光硬化性樹脂がほぼ完全に硬化するのに必要な最小露光量より大きな露光量であり、第2の光硬化性樹脂がほぼ全く硬化しない最大露光量より小さな露光量にて行うことを特徴とする。

## 【0009】

ここで、第1の光照射においては、第1の光硬化性樹脂がほぼ完全に硬化するのに必要な最小露光量とはコア形成に充分な硬化の程度を意味し、第2の光硬化性樹脂がほぼ全く硬化しない最大露光量とは、クラッド形成工程で形成されるクラッドの屈折率よりも十分高い屈折率のコアが形成される、即ちコアの屈折率を

大きく下げない程度であれば、第2の光硬化性樹脂がコア部に微量含まれていても良いものとする。ただし、第1の光照射において、2つの光硬化性樹脂が共重合を行わないようにする必要がある。

## 【0010】

また、請求項3に記載の手段によれば、第1の重合型と第2の重合型は、一方がラジカル重合によるものであり、もう一方がカチオン重合によるものであることを特徴とする。

## 【0011】

また、請求項4に記載の手段は、波長 $\lambda_W$ で照度 $I_0$ （単位はmW/cm<sup>2</sup>）の光を用いて長さL（単位はcm）の前記コアを時間s（単位は秒）で形成させる場合、硬化前の第1の光硬化性樹脂の光損失 $\alpha$ （単位はdB/cm）と波長 $\lambda_W$ における硬化のための最小露光量 $\sigma_A(\lambda_W)$ （単位はmJ/cm<sup>2</sup>）が、次の式を充たすことを特徴とする。

## 【数2】

$$\alpha \leq \frac{10}{L} \log_{10} \frac{I_0 \cdot s}{\sigma_A(\lambda_W)}$$

## 【0012】

また、請求項5に記載の手段は、第1の光重合開始剤が、2光子吸収を経て活性化することを特徴とする。

## 【0013】

## 【作用及び発明の効果】

2種類の光硬化性樹脂を混合し、屈折率の高いほうのみ光照射により硬化させてコアを形成し、その後2種類の光硬化性樹脂を同時に硬化させればクラッドを形成することができる。これを可能とするためには、コアを形成する光照射が、第1の光重合開始剤が活性化するのに必要な最長波長より短い波長であり、第2の光重合開始剤が活性化するのに必要な最長波長より長い波長にて行えば良い（請求項1）。これにより、例えば反射ミラー、ハーフミラー等及び発光若しくは受光素子を組み合わせた光モジュールを容易に構成することができる。

## 【0014】

また、コアを形成する光照射が、第1の光硬化性樹脂がほぼ完全に硬化するのに必要な最小露光量より大きな露光量であり、第2の光硬化性樹脂がほぼ全く硬化しない最大露光量より小さな露光量にて行うことでも良い（請求項2）。これにより、やはり反射ミラー、ハーフミラー等及び発光若しくは受光素子を組み合わせた光モジュールを容易に構成することができる。

## 【0015】

2種類の光硬化性樹脂として、ラジカル重合により硬化するものと、カチオン重合により硬化するものを組み合わせれば、第1の光照射工程において共重合を起こさない2種類の光硬化性樹脂を容易に組み合わせることができる（請求項3）。ラジカル重合により硬化する光硬化性樹脂としては、例えばアクリロイル基又はメタクリロイル基を有するモノマー或いはオリゴマー、感光性ポリイミド又はスチレン、ジビニルベンゼン若しくは不飽和ポリエステルなどを、光重合開始剤と組み合わせたものを用いることができる。また、カチオン重合により硬化する光硬化性樹脂としては、例えばエポキシ環、オキセタン環ほか環状エーテルを有する化合物、環状ラクトン化合物、環状アセタール化合物、ビニルエーテル化合物等のモノマー或いはオリゴマーを、光重合開始剤と組み合わせたものを用いることができる。

## 【0016】

ラジカル重合のための光重合開始剤としては、ベンジルジメチルケタール系化合物、 $\alpha$ -ヒドロキシケトン系化合物、 $\alpha$ -アミノケトン系化合物、ビスアシルホスフィンオキシド系化合物、メタロセン系化合物その他の任意の光ラジカル重合開始剤を用いることができる。

## 【0017】

カチオン重合のための光重合開始剤としては、トリアリールスルホニウム塩系化合物、ジアリールヨードニウム塩系化合物、メタロセン系化合物その他の任意の光カチオン重合開始剤を用いることができる。

## 【0018】

光照射によりコア部を形成する際、コア部を長尺化するためにはコア部の光損

失が重要となる。コア部が長さ L (単位cm) 形成された際、照度  $I_0$  (単位mW/cm<sup>2</sup>) の硬化光がコア部根元から成長端まで供給されるとき、硬化前の第1の光硬化性樹脂の光損失を  $\alpha$  (単位dB/cm) とすると、成長端における照度  $I$  (単位mW/cm<sup>2</sup>) は次の式で求めることができる。

【数3】

$$I = I_0 \cdot 10^{-\frac{\alpha L}{10}}$$

【0019】

波長  $\lambda_W$  で長さ L (cm) 以上のコアを時間 s (単位は秒) で形成するためには、波長依存性のある最小露光量  $\sigma_A(\lambda_W)$  (単位はmJ/cm<sup>2</sup>)との間で次の式を充たす必要がある。

【数4】

$$\sigma_A(\lambda_W) \leq I_0 \cdot s \cdot 10^{-\frac{\alpha L}{10}}$$

【0020】

ここから、光硬化性樹脂の硬化前の光損失  $\alpha$  の上限が次の式で求められる。

【数5】

$$\alpha \leq \frac{10}{L} \log_{10} \frac{I_0 \cdot s}{\sigma_A(\lambda_W)}$$

【0021】

即ち、請求項4を充たす条件により長さ L (単位はcm) のコアを時間 s (単位は秒) で形成させることができる。

【0022】

コアを形成するための第1の光重合開始剤が2光子吸収を経て活性化するならば、より長波長の硬化光を用いることができ、第2の光重合開始剤による重合をさせないようにすることができる。

## 【0023】

## 【発明の実施の形態】

本発明の光伝送路の製造方法に用いることのできる、光重合開始剤とモノマー又はオリゴマーは例えば以下のものが好適である。

## 【0024】

光ラジカル重合を行うモノマーとしては、(メタ)アクリル酸エステル、(メタ)アクリル酸アミドが好ましい。具体的には(メタ)アクリル酸2-エチルヘキシル、(メタ)アクリル酸シクロヘキシル、(メタ)アクリル酸2-ブトキシエチル等の1官能性(メタ)アクリル酸エステル(モノ(メタ)アクリレート)を用いることができる。また、エチレングリコール、ネオペンチルグリコール、1,6-ヘキサンジオール等のジオールと2等量の(メタ)アクリル酸とのエステル(ジ(メタ)アクリレート)を用いることができる。同様に、アルコール性水酸基を複数有する有機化合物と(メタ)アクリル酸とのエステル(トリ、テトラ、…(メタ)アクリレート)を用いることができる。尚、これらのモノマーにおいて、(メタ)アクリロイル基及びその他の有機骨格のメチル水素、メチレン水素、メチン水素の一部をハロゲンで置換したものでも良い。

## 【0025】

光ラジカル重合を行うオリゴマー(マクロモノマー)としては、末端又は分岐に(メタ)アクリロイル基を有するウレタン系オリゴマー、ポリエーテル系オリゴマー、エポキシ系オリゴマー、ポリエステル系オリゴマーなどが好ましい。尚、これらのオリゴマーにおいて、(メタ)アクリロイル基及びその他の有機骨格のメチル水素、メチレン水素、メチン水素の一部をハロゲンで置換したものでも良い。

## 【0026】

光ラジカル重合開始剤としては、ベンジルジメチルケタール系化合物としては2,2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノン、 $\alpha$ -ヒドロキシケトン系化合物としては2-ヒドロキシ-2-メチルフェニルプロパン-1-オン、(1-ヒドロキシシクロヘキシル)-フェニルケトン、 $\alpha$ -アミノケトン系化合物としては2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルホリノフェニル)-

ブタン-1-オン、2-メチル-1-(4-(メチルチオ)フェニル)-2-モルホリノプロパン-1-オン、ビスアシルホスフィンオキシド系化合物としてはビス(2,6-ジメトキシベンゾイル)-2,4,4-トリメチルペンチルホスフィンオキシド、ビス(2,4,6-トリメチルベンゾイル)-フェニルホスフィンオキシド、メタロセン系化合物としてはビス(η-シクロペンタジエニル)-ビス(2,6-ジフルオロ-3-(N-ピロイル)フェニル)チタンなどを用いることができる。これらを複数種類用いても良い。

## 【0027】

光カチオン重合を行うモノマー或いはオリゴマーとしては、エポキシ環、オキセタン環ほか環状エーテルを有する化合物、環状ラクトン化合物、環状アセタール化合物、ビニルエーテル化合物等のモノマー或いはオリゴマーを用いることができる。

## 【0028】

光カチオン重合開始剤としては、4,4'-ビス(ジ(2-ヒドロキシエトキシ)フェニルスルホニオ)フェニルスルフィドニヘキサフルオロアンチモン酸、η-シクロペンタジエニル-η-クメン鉄(1+)一ヘキサフルオロリン酸(1-)などを用いることができる。

## 【0029】

上記述の光ラジカル重合開始剤又は光カチオン重合開始剤に、光増感剤を加えても良い。以上のような組み合わせにより、本発明に用いる光硬化性液状樹脂組成物とすることができます。また、本発明は、光アニオン重合性の重合開始剤とモノマー又はオリゴマーの組み合わせを排除するものではない。また、チオール・エン付加による重合を用いても良い。また、本発明と同様にして、コア部分の形成は光照射により行い、クラッド部分の形成は光照射以外の方法で行うことも可能である。

## 【0030】

## 〔第1実施例〕

図1に本発明の具体的な第1の実施例に係る光伝送路の製造方法を示す。光ファイバ1、2つの異なる重合型により光重合する光硬化性樹脂21、22の混合

液（光硬化性液状樹脂組成物）2、透明容器3を用意した。2つの異なる重合型により光重合する光硬化性樹脂21、22としては、光ラジカル重合を行うLoctite社製の品番358(以下、単に樹脂Aという)と光カチオン重合を行うダイキン社製の品番UV-2100(以下、単に樹脂Bという)を用いた。

## 【0031】

図1の(a)のように、樹脂A21及び樹脂B22を混合（混合比7:3）して混合液2を調製し、透明容器3に充填した。次に光ファイバ1の先端面12を混合液2に浸し、波長 $\lambda_W=488\text{nm}$ の光を光ファイバ1に供給した。すると、図1の(b)のように、光ファイバ1の先端面12から略円錐台状の硬化した樹脂211が形成され、その後径が一定の略円柱状となって硬化部分211が成長した(図1の(c))。硬化部分211が約23mmの長さになったところで波長 $\lambda_W=488\text{nm}$ の光の供給を止め、透明容器3の全周から波長 $\lambda_C=385\text{nm}$ の光(図4)を照射し、透明容器3に残っていた混合液2を全て硬化させた(図1の(d))。

## 【0032】

硬化部分211と、透明容器3内のそれ以外の硬化部分23の屈折率は、波長385nmに対し1.511と1.499と測定された。硬化部分211の屈折率は樹脂Aの硬化後屈折率に等しく、硬化部分23の屈折率は樹脂A、樹脂Bの各々の硬化後屈折率の中間に位置する。よって、 $\lambda_W=488\text{nm}$ の光照射により混合溶液2のうち樹脂Aのみ硬化させて屈折率の高い略円柱状の部分の長いコアを形成し、 $\lambda_C=385\text{nm}$ の光照射により樹脂A、樹脂Bの各々を硬化させて屈折率の低いクラッドを形成することにより、光伝送路10を形成することができた。

## 【0033】

この実験結果は、次のように説明できる。図2は樹脂Aと樹脂Bの硬化前の吸光度(光損失、単位dB/cm)の波長特性を示したものである。 $\lambda_W=488\text{nm}$ において、樹脂Aと樹脂Bの吸收特性が大きく異なる。これは2種の光硬化性樹脂の光重合開始剤の活性化のための波長が異なることを意味する。このように、共重合しない、且つ硬化のための光重合開始剤の活性化波長が異なる2種の光硬化性樹脂を用いることで、硬化後屈折率の高い側の光硬化性樹脂の光重合開始剤の活性化波長が、硬化後屈折率の低い側の光硬化性樹脂の光重合開始剤の活性化波長よ

り長いならば、それら2つの波長の間の波長により硬化後屈折率の高い側の光硬化性樹脂のみを硬化させることでコアのみを形成することができる。その後、クラッドとなるべき2種の光硬化性樹脂のいずれをも硬化させることで光伝送路を形成することができる。

## 【0034】

## 〔第2実施例〕

本実施例は第1実施例と同様にして、露光量を異にしてコアとクラッドをそれぞれ形成して光伝送路を形成した。図1の(a)のように、樹脂A21及び樹脂B22を混合して混合液(光硬化性液状樹脂組成物)2を調製し、透明容器3に充填した。次に光ファイバ1の先端面12を混合液2に浸し、波長 $\lambda_w=385\text{nm}$ の光を先端面12において $30\text{mJ/cm}^2$ の露光量(図で13)となるよう、光ファイバ1に供給した。すると、図1の(b)のように、光ファイバ1の先端面12から略円錐台状の硬化した樹脂211が形成され、その後径が一定の略円柱状となつて硬化部分211が成長した(図1の(c))。硬化部分211が約23mmの長さになった(露光量が $30\text{mJ/cm}^2$ )ところで光供給を止め、透明容器3の全周から波長 $\lambda_w=385\text{nm}$ の光を $60\text{mJ/cm}^2$ の露光量(図で4)で照射し、透明容器3に残っていた混合液2を全て硬化させた(図1の(d))。

## 【0035】

硬化部分211と、透明容器3内のそれ以外の硬化部分23の屈折率は、やはり波長385nmに対し1.511と1.499と測定された。硬化部分211の屈折率は樹脂Aの硬化後屈折率に等しく、硬化部分23の屈折率は樹脂A、樹脂Bの各々の硬化後屈折率の中間に位置する。よって、 $\lambda_w=385\text{nm}$ 、 $30\text{mJ/cm}^2$ の露光量の光照射により混合溶液2のうち樹脂Aのみ硬化させて屈折率の高い略円柱状の部分の長いコアを形成し、 $\lambda_w=385\text{nm}$ 、 $60\text{mJ/cm}^2$ の露光量の光照射により樹脂A、樹脂Bの各々を硬化させて屈折率の低いクラッドを形成することにより、光伝送路10を形成することができた。

## 【0036】

この実験結果は、次のように説明できる。図3は樹脂Aと樹脂Bを各々別に $\lambda_w=385\text{nm}$ の光を照射して、露光量と硬化による屈折率変化を調べたものである。

樹脂Aは露光量 $30\text{mJ/cm}^2$ でほぼ屈折率が上昇しきってしまう（硬化が十分起こる）が、樹脂Bは露光量 $60\text{mJ/cm}^2$ まで屈折率がほとんど上昇しない。これは、各々の光重合開始剤の感度（又は光重合開始剤と光増感剤との相互作用による感度）が異なるためである。このように、共重合しない、且つ硬化のための露光量が異なる2種の光硬化性樹脂を用いることで、硬化後屈折率の高い側の光硬化性樹脂が完全に硬化するための最小露光量が、硬化後屈折率の低い側の光硬化性樹脂が硬化しない最大露光量よりも小さいならば、それら2つの露光量の間の露光量により硬化後屈折率の高い側の光硬化性樹脂のみを硬化させることでコアのみを形成することができる。その後、クラッドとなるべき2種の光硬化性樹脂のいずれをも硬化させることで光伝送路を形成することができる。

## 【0037】

上記実施例では2つの樹脂A、Bを用いたが、本発明は共重合しない2つの光硬化性樹脂の任意の組み合わせから適宜コア形成樹脂（1方のみ）とクラッド形成樹脂（2種の混合物）となる組み合わせを選択した光硬化性液状樹脂組成物を用いることができる。この光硬化性液状樹脂組成物の2つの樹脂の、硬化波長又は硬化に必要な露光量の差を利用して、光硬化性液状樹脂組成物のうちのコア形成樹脂のみを硬化させてコア部を形成したのち、残部を硬化させてクラッドを形成する。このとき、共重合しない2つの光硬化性樹脂の重合型は光ラジカル重合と光カチオン重合に限定されない。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明の具体的な実施例に係る光伝送路の製造方法を示した工程図。

## 【図2】

本発明の第1の実施例に係る光伝送路の製造方法の原理を説明するための吸光度の波長特性図。

## 【図3】

本発明の第2の実施例に係る光伝送路の製造方法の原理を説明するための露光量による屈折率の変化図。

## 【符号の説明】

1 光ファイバ

1 0 光伝送路（コアとクラッドを含めたデバイス）

1 2 光ファイバの混合液に浸された端面

1 3 光ファイバの端面からの照射光

2 共重合しない2つの光硬化性樹脂の混合液（光硬化性液状樹脂組成物）

2 1 樹脂A

2 1 1 樹脂Aが硬化して形成されるコア部分

2 2 樹脂B

2 3 樹脂Aと樹脂Bがそれぞれ硬化して形成されるクラッド部分

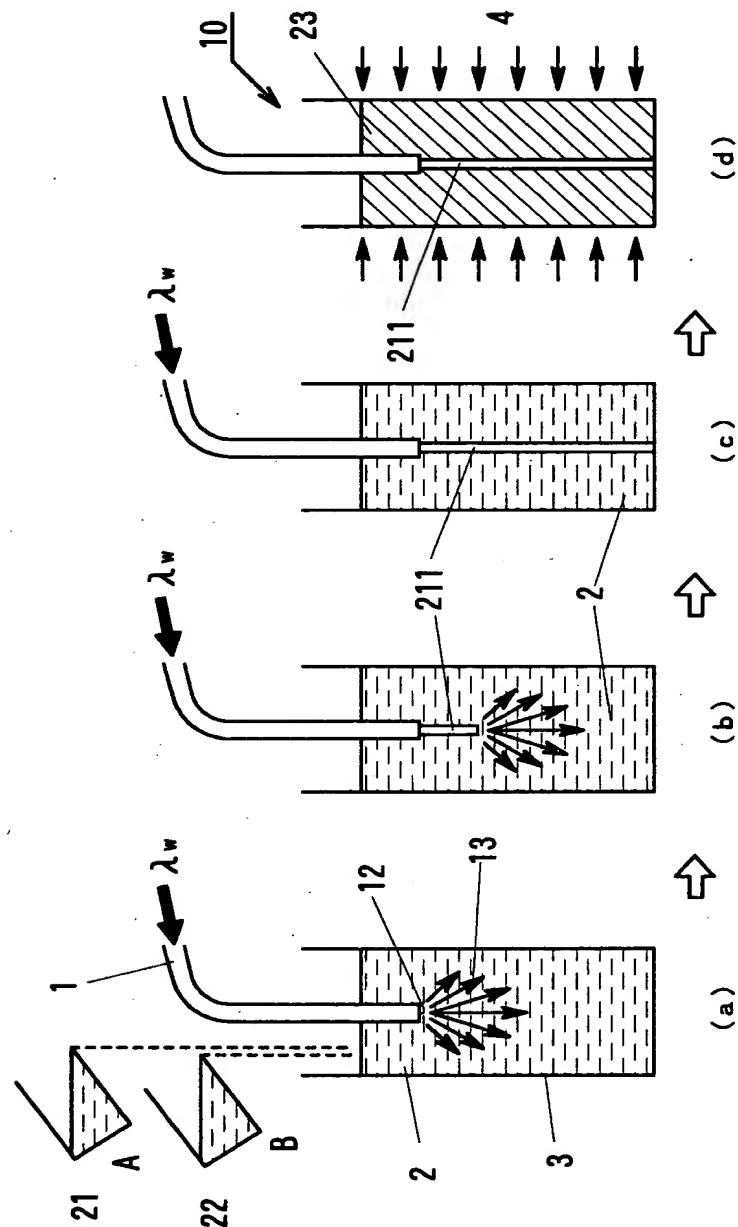
3 透明容器

4 第2の光照射

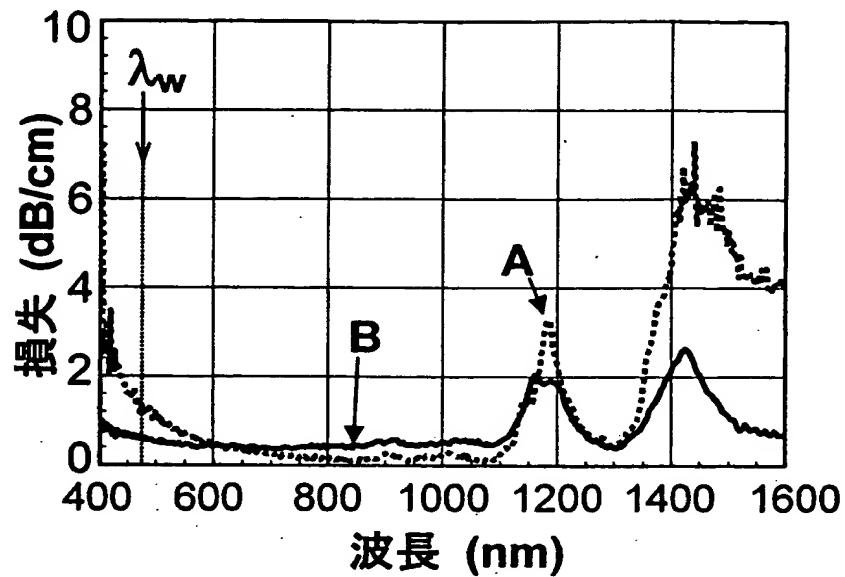
$\lambda_W$  第1の光照射の際の波長

【書類名】 図面

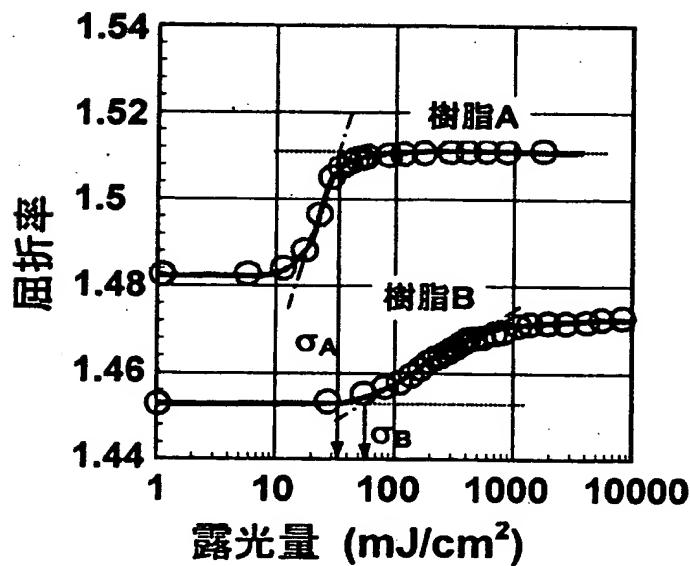
【図1】



【図2】



【図3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光硬化性樹脂を用いる、簡易な、光伝送路の製造方法を提供すること。

【解決手段】 光ファイバ1、2つの異なる重合型により光重合する光硬化性樹脂21、22の混合液2、透明容器3を用意する。光硬化性樹脂21、22は共重合せず、且つ硬化のための光重合開始剤の活性化波長が異なる。硬化後屈折率の高い側の光硬化性樹脂の光重合開始剤の活性化波長が、硬化後屈折率の低い側の光硬化性樹脂の光重合開始剤の活性化波長より長い組み合わせを用いて、それら2つの波長の間の波長により硬化後屈折率の高い側の光硬化性樹脂のみを硬化させることでコアのみを形成することができる。その後、クラッドとなるべき2種の光硬化性樹脂のいずれをも硬化させることで光伝送路を形成することができる

【選択図】 図1

【書類名】 出願人名義変更届  
【整理番号】 P00114TT  
【提出日】 平成13年 6月 7日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【事件の表示】  
【出願番号】 特願2000-365223  
【承継人】  
【識別番号】 000241463  
【氏名又は名称】 豊田合成株式会社  
【承継人代理人】  
【識別番号】 100087723  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 藤谷 修  
【電話番号】 052-363-2558  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 007445  
【納付金額】 4,200円  
【提出物件の目録】  
【包括委任状番号】 0012134  
【ブルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-365223
受付番号	50100826370
書類名	出願人名義変更届
担当官	伊藤 雅美 2132
作成日	平成13年 7月25日

<認定情報・付加情報>

【承継人】

【識別番号】	000241463
【住所又は居所】	愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地
【氏名又は名称】	豊田合成株式会社
【承継人代理人】	申請人
【識別番号】	100087723
【住所又は居所】	愛知県名古屋市中川区一柳通1丁目23番地 土 屋ビル3F 藤谷特許事務所
【氏名又は名称】	藤谷 修

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000003609]

1. 変更年月日 1990年 9月 6日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1  
氏 名 株式会社豊田中央研究所

出願人履歴情報

識別番号 [000241463]

1. 変更年月日 1990年 8月 9日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地  
氏 名 豊田合成株式会社